

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS HOJAS DE *Ophryosporus peruvianus*

Edith María Fernanda Mattos Vila, Ingrid Elida Collantes Díaz*

RESUMEN

El arbusto efímero *Ophryosporus peruvianus* fue recolectado por cinco meses (diciembre 2018 hasta abril 2019) en Andahuaylillas (Cusco). El aceite esencial de las hojas del arbusto fue obtenido por hidrodestilación y analizado por cromatografía gaseosa acoplado a espectrómetro de masas. Fueron identificados 89 componentes del aceite esencial entre monoterpenos oxigenados, hidrocarburos sesquiterpénicos, sesquiterpenos oxigenados, diterpenos oxigenados, entre otros, de los cuales los componentes mayoritarios fueron los hidrocarburos sesquiterpénicos β -cariofileno, (Z)- β -farneseno y β -sesquifelandreno y estuvieron presentes en las muestras de los 5 meses de colecta.

Palabras clave: aceite esencial, variación estacional, sesquiterpenos

SEASONAL VARIATION OF THE CHEMICAL CONSTITUENTS OF THE ESSENTIAL OIL OF THE LEAVES FROM *Ophryosporus peruvianus*

ABSTRACT

The ephemeral shrub *Ophryosporus peruvianus* was collected for five months (December 2018 – April 2019) in Andahuaylillas (Cusco). The oil essential from leaves of the bush was obtained by hydrodistillation and analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometer. Eighty nine components of the essential oil were identified among oxygenated monoterpenes, sesquiterpenes hydrocarbons, sesquiterpenes oxygenated, oxygenated diterpenes, among others, of which the major components were the sesquiterpenes hydrocarbons β -caryophyllene, (Z)- β -Farnesene y β -Sesquiphellandrene and were presents in the samples of the five months of collection.

Key words: essential oil, seasonal variation, sesquiterpenes

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos lipofílicos, que se caracterizan por ser de baja masa molar y volátiles, en general estos compuestos juegan un rol ecológico importante en las plantas como protección contra microorganismos y herbívoros, atrayentes de polinizadores y de comportamientos aleloquímicos¹. La biosíntesis, la composición y la producción de los aceites esenciales pueden ser afectadas por factores bióticos y abióticos ambientales. En el contexto de la composición química y producción del aceite esencial, pueden ser diferentes entre los órganos de la misma planta y entre las diferentes fases estacionales (primavera, otoño, invierno y verano) del desarrollo de la planta^{2,3}. Más de 1000 compuestos orgánicos volátiles ya fueron identificados y consisten de aldehídos, alcoholes, ésteres y varios tipos terpenos².

Ophryosporus peruvianus es un arbusto que puede ser encontrado entre los meses de diciembre a abril, es por esa razón que es denominada una planta efímera⁴, esta especie pertenece al género *Ophryosporus* de la familia Asteraceae, familia que cuenta con aproximadamente 950 géneros y 20000 especies⁵. El género *Ophryosporus* presenta alrededor de 48 especies en el mundo y en el Perú se han registrado 21 especies⁶.

La especie *O. peruvianus* puede ser localizada en las regiones de la sierra del Perú, dependiendo de su localización recibe varios nombres populares y es usada en medicina popular para diferentes males dependiendo de su origen local^{7,8}. Del aceite esencial de las partes aéreas fue aislado e identificado epoxicariofileno del aceite esencial⁷ y de las partes aéreas fueron aislados e identificados 3-[3,3-dimetilalil]-5-senecioil-*p*-hidroxi-acetofenona; 6-acetil-8-isovaleril-2,2-dimetil-cromano y 3-isovateril-5-[1-hidroxi-3,3-dimetilalil]-*p*-hidroxiacetofenona⁹

El presente trabajo es un primer reporte de la variación estacional de la composición química de los aceites esenciales de las hojas de *Ophryosporus peruvianus* colectados en el distrito de Andahuaylillas (Cusco) entre los meses de diciembre del 2018 hasta abril de 2019.

PARTE EXPERIMENTAL

Colecta del material vegetal

Las partes aéreas de *O. peruvianus* fueron colectadas en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi departamento del Cusco a una altura de 3152 msnm. La colecta fue realizada mes a mes desde diciembre del 2018 hasta abril del 2019. El material vegetal para la identificación botánica fue colectado en el mes de febrero del 2019, mes en que la planta tenía las flores presentes. La identificación botánica fue realizada por el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos según el Sistema de Clasificación de Croquist (1988) y fue clasificada que pertenece a la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Asteridae, orden Asterales, familia Asteraceae, género *Ophryosporus*, especie *Ophryosporus peruvianus* (J.F.Gmel) R. King & H. Rob. La especie

es conocida con los nombres populares arenilla, puschca, chichipia, té inka, cushpishkai, chichi casha, chichis, japia-japia, kulpishka y puede ser localizada en Canta, Huarochirí, Yauyos, Cusco, región Ancash en el distrito de Pamparomás y Cajatambo en las localidades de Cruzjirca, La Florida, Anthay y Astobamba.

La masa de hojas colectadas en diciembre del 2018 fue de 215,22 g, en enero, febrero, marzo y abril del 2019 fue de 330 g, 260 g, 991 g y 974 g, respectivamente.

Extracción de los aceites esenciales

Las hojas fueron separadas de los tallos y los aceites esenciales fueron obtenidos por hidrodestilación de 4 horas con aparato tipo Clevenger (Farmacopea), el aceite esencial fue extraído con éter de petróleo (EP) y secado con sulfato de sodio anhidro, el EP fue evaporado a temperatura de ambiente y el aceite fue pesado para determinar su rendimiento y guardado en congeladora (-20°C) hasta su análisis por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)².

Análisis de los aceites esenciales

Las muestras del aceite esencial fueron preparadas a una concentración de 1mg/mL. El análisis por cromatografía gaseosa fue realizado en un cromatógrafo a gas acoplado a un espectrómetro de masas (Shimadzu, modelo CGMS-QP2010 Ultra) con las siguientes condiciones de análisis: columna capilar Restek Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm); temperatura del inyector 260 °C, temperatura del detector 280 °C; impacto de electrones a 70 eV, con gas de arrastre helio a un flujo de 1,48 mL/min, con split 1/5; con un programa de temperatura de 80°C (5') – 280°C (5'), 8°C/minuto; y con volumen de inyección de 3 μL. La identificación de la composición química fue basada por la comparación de los espectros de masas con el banco de datos del sistema de CG-EM de NIST 14 lib y por análisis de sus espectros¹⁰.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La hidrodestilación de las hojas de *O. peruvianus* produjo aceites esenciales de color amarillo transparente con presencia de cristales amarillos, los rendimientos fluctuaron como se puede apreciar en la tabla 1. De los meses de marzo y abril se obtuvo menores rendimientos debido a que la planta estaba más húmeda con respecto a los otros meses.

El análisis por cromatografía gaseosa acoplada a espectrómetro de masas de los aceites esenciales permitió la identificación de 89 compuestos. Los componentes mayoritarios son β-Cariofileno, (Z)-β-Farneseno, (E)-β-Farnesene, aromadendrano, γ-Curcumeno, Germacreno D, biciclogermacreno, β-Sesquifelandreno, tran-Sesquisabineno hidrato, óxido de Cariofileno, β-Bisabolol, 11Hα-Himachal-4-en-1β-ol, α-Vetivono, enecalina y 2',3',3'-trimetil-2',3'-Dihidroangelicina, de los cuales se destacan β-cariofileno, (Z)-β-farneseno y β-sesquifelandreno (tabla 1). Analizando la composición química se puede observar la presencia de monoterpenos oxigenados (1-8, 11-13, 16 y 18), ésteres alifáticos

(9,10 y 14), alilbencenos (17, 23), hidrocarburos sesquiterpénicos (15, 19-22, 24-32, 34-42 y 45-46), cromenos (33, 61, 76 y 77), sesquiterpenos oxigenados (43-44, 47-60, 62-67, 69, 70, 72-75, 78 y 80), aldehído alifáticos (68), los diterpenos oxigenados (79, 81-83 y 85-86) y los alcanos (84, 87-89) (figura 1). Al analizar el total de los componentes químicos identificados (tabla 1) se observa que los hidrocarburos sesquiterpénicos son los que están presentes en mayor proporción, seguida de los sesquiterpenos oxigenados y cromenos, los demás compuestos están en baja proporción.

El último mes de colecta (abril 2019) presenta 11 compuestos que no están presentes en los meses anteriores (tabla 1) que son los monoterpenos oxigenados (1-5), hexil isovalerato (10), sesquicineole (43), acetato de occidol (80), acetato de cis-ferruginol (85), 6-dioxi-Taxodione (86) y pentacosano (87), todos ellos en bajo porcentaje. Este hecho coincide con el último mes en que es posible encontrar *O. peruvianus* ya que es una planta efímera⁴.

Tabla 5. Porcentajes de rendimiento de los aceites esenciales, así como, los componentes identificados, tiempo de retención y el porcentaje en el aceite esencial de las hojas de *O. peruvianus*.

		Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Porcentaje de rendimiento (%)		0,53	0,4	0,43	0,15	0,28	
Nombre	TR						
1	Alcohol de yomogi	4,428	0	0	0	0,02	
2	Linalool	7,114	0	0	0	0,05	
3	trans-Sabineno hidratado	7,490	0	0	0	0,08	
4	cis- <i>p</i> -Ment-2-en-1-ol	7,685	0	0	0	0,05	
5	trans- <i>p</i> -Menta-2,8-dien-1-ol	7,935	0	0	0	0,09	
6	cis- α -Necrodol	8,610	0	0,06	0	0,07	
7	Terpinen-4-ol	9,039	0,09	0,34	0,06	0,14	0,33
8	α -Terpineol	9,338	0,03	0,08	0	0,04	0,07
9	(3 <i>Z</i>)-Hexenil 3-metil butanoato	10,309	0,05	0,13	0,07	0,03	0,13
10	Hexil isovalerato	10,424	0	0	0	0	0,02
11	Acetato de cis-Crisantenil	10,569	0	0,1	0	0,05	0,09
12	Acetato de Bornilo	11,369	0	0	0	0,03	0,09
13	Acetato de Lavandulil	11,428	0,04	0,25	0	0,1	0,14
14	(3 <i>Z</i>)-Hexenil tiglato	12,087	0,07	0,08	0,11	0,04	0,05
15	δ -Elemeno	12,371	0,04	0	0	0,04	0,07
16	Acetato de α -Terpinil	12,624	0	0,04	0	0	0,02
17	Eugenol	12,716	0,19	0,06	0,32	0,15	0,58
18	Acetato de Neril	12,815	0,27	0,53	0,18	0,49	0,29
19	α -Ylangeno	13,112	0,15	0,23	0,13	0,09	0,17
20	β -Bourboneno	13,267	0,03	0,19	0,13	0,04	0,09
21	α -Duprezianeno	13,320	0,14	0,18	0	0,11	0,17
22	β -Elemeno	13,375	0,26	0,31	0,1	0,22	0,12
23	Metil eugenol	13,540	0,22	0,33	0,26	0,23	0,44
24	Italiceno	13,606	0,38	0,43	0,28	0,2	0,28
25	Sesquitujeno	13,772	0,04	0,04	0	0,03	0,06
26	β-Cariofileno	13,900	14,85	12,45	14,33	15,22	15,53
27	β -Ylangeno	14,030	0	0,04	0	0	0
28	trans- α -Bergamoteno	14,119	0,17	0,19	0,14	0,16	0,22
29	(<i>Z</i>)-β-Farneseno	14,252	14,94	16,99	17,36	13,61	14,22
30	α -Himacaleno	14,322	0,05	0,1	0	0,1	0,11

31	(E)- β -Farneseno	14,430	1,32	1,28	0,91	1,12	0,94
32	Aromadendrano	14,473	0,96	1,3	1,03	1,05	1,07
33	6-dimetoxi-Ageratocromeno	14,561	0	0	0	0,03	0,08
34	α -Acoradieno	14,635	0,08	0,08	0	0,04	0,07
35	β -Acoradieno	14,680	0,08	0,11	0,05	0,07	0,09
36	γ -Curcumeno	14,845	5,32	1,49	4,72	4,23	4,04
37	Germacreno D	14,922	4,87	0	4,74	6,25	4,33
38	β -Selineno	15,017	0,18	0,15	0,11	0,16	0,2
39	α -Zingibereno	15,093	0,41	0,16	0,2	0,35	0,4
40	Biciclogermacreno	15,175	1,23	0,39	1,02	1,35	0,78
41	β -Bisaboleno	15,310	0,35	0,35	0,24	0,3	0,33
42	β -Curcumeno	15,359	0,33	0,16	0,29	0,29	0,41
43	Sesquicineol	15,410	0	0	0	0	0,04
44	10-epi-Italiceno éter	15,468	0,16	0,23	0,23	0,21	0,26
45	β-Sesquifellandreno	15,571	16,25	14,39	9,73	14,56	13,25
46	(E)- γ -Bisaboleno	15,690	0,03	0	0	0,06	0,09
47	Italiceno éter	15,771	0,35	0,46	0,53	0,45	0,45
48	cis-Sesquisabineno hidrato	15,865	0,63	0,76	0,79	0,63	0,69
49	(E)-Nerolidol	16,140	0,45	0,66	0,37	0,65	0,81
50	(3Z)-Hexenil benzoato	16,275	0,06	0,16	0	0,07	0,12
51	trans-Sesquisabineno hidrato	16,421	1,68	2,85	2,76	2,43	2,23
52	Oxido de Cariofileno	16,549	1,39	3,22	2,03	1,72	1,92
53	β -Copaen-4- α -ol	16,718	0,2	0,3	0,34	0,28	0,39
54	Helifoleno-12-al A	16,840	0,15	0,21	0,18	0,32	0,3
55	Carotol	16,927	0,58	1,19	0,73	0,72	0,97
56	Widrol	17,052	0,06	0	0,07	0,08	0,22
57	1-epi-Cubenol	17,176	0,46	0,52	0,34	0,54	0,65
58	α -Acorenol	17,237	0,42	0,89	0,46	0,37	0,53
59	β -Acorenol	17,282	0,26	0,34	0,27	0,26	0,37
60	Cariofila-4(12),8(13)-dien-5 α -ol	17,329	0,28	0,54	0,46	0,35	0,46
61	Desmetoxiencicalina	17,491	0,11	0	0,14	0	0,21
62	β -Eudesmol	17,532	0,55	0,77	0,4	1,17	0,62
63	β -Bisabolol	17,777	1	1,08	1,02	1,08	1,25
64	α -Bisabolol	17,946	0,51	0,57	0,51	0,58	0,06
65	11- α H-Himacal-4-en-1- β -ol	18,005	1,93	2,95	1,88	2,62	2,27
66	(Z)-Nuciferol	18,131	0,23	0,39	0,27	0,3	0,37
67	(Z)- γ -Curcumen-12-ol	18,239	0,22	0,44	0,21	0,2	0,31
68	Pentadecanal	18,303	0,25	0,21	0,33	0,09	0,27
69	Curcufenol	18,376	0,03	0,06	0,08	0,05	0,1
70	Xantorizol	18,848	0,17	0,14	0,07	0,19	0,11
71	Aristolona	19,109	0	0,1	0	0	0,11
72	Acetato de (Z)- α -trans-Bergamotol	19,418	0,04	0	0	0,03	0,07
73	β -Vetivono	19,555	0,05	0,09	0	0,03	0,12
74	α -Vetivono	20,325	3,67	1,54	5,24	2,78	2,13
75	(Z)-acetato de Lancelol	20,608	0,07	0,07	0	0,05	0,11
76	Encicalina	21,473	5,5	5,07	9,15	6,75	5,81
77	2',3',3'-trimetil-2',3'-Dihidroangelicina	21,956	1,24	1,58	1,71	2,07	1,88
78	(5E,9E)-Farnesilacetona	22,360	0,03	0	0	0	0,02
79	Fitol	23,327	0,37	0,51	0,25	0,31	0,4
80	Acetato de Occidol	23,772	0	0	0	0	0,03
81	Semperviol	23,992	0,08	0,09	0,13	0,1	0,09
82	Abieta-7,13-dien-3-one	24,530	0,07	0,05	0,1	0,11	0,08
83	6,7-dihidro-Ferruginol	24,991	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06

84	Tetracosano	25,324	0,03	0	0	0	0,03
85	Acetato de cis-Ferruginol	25,540	0	0	0	0	0,04
86	6-dioxi-Taxodion	25,749	0	0	0	0	0,03
87	Pentacosano	27,348	0	0	0	0	0,02
88	Hexacosano	29,230	0,11	0,14	0,14	0,1	0,12
89	Heptacosano	31,093	0,1	0,2	0,18	0,13	0,36
Monoterpenos oxigenados (%)			0,43	1,4	0,24	0,85	1,39
Ésteres alifáticos (%)			0,12	0,21	0,18	0,07	0,2
Alilbencenos (%)			0,41	0,39	0,58	0,38	1,02
Hidrocarburos sesquiterpénicos (%)			62,46	51,01	55,51	59,65	57,04
Cromenos (%)			6,85	6,65	11	8,85	7,98
Sesquiterpenos oxigenados (%)			15,63	20,43	19,24	18,16	17,98
Aldehídos alifáticos (%)			0,25	0,21	0,33	0,09	0,27
Diterpenos oxigenados (%)			0,60	0,72	0,55	0,59	0,70
Alkanos (%)			0,24	0,34	0,32	0,23	0,53
Total de compuestos identificados (%)			86,99	81,46	87,95	88,87	87,22

TR: tiempo de retención, Dic: diciembre, Ene: enero, Feb: febrero, Mar: marzo, Abr: abril.

En los cinco meses de colectas realizadas, fue observado 15 compuestos mayoritarios y dentro de este grupo (figura 1), fue constante la presencia de tres sesquiterpenos β -cariofileno (12,45-15,53 %), (Z)- β -farneseno (13,61-17,36 %) y β -sesquifelandreno (9,73-16,25 %), el primer mes de la colecta fue observado que β -sesquifelandreno es el mayoritario (16,25 %), el segundo y tercer mes de colecta se observó (Z)- β -farneseno como el mayoritario y son los más altos porcentajes observados en la composición del aceite y el penúltimo y último mes de colecta fue el β -cariofileno el de mayor porcentaje. Los tres sesquiterpenos representa 46,04 % para el mes de diciembre, 43,83 % enero, 41,42 % febrero, 43,39 % marzo y 43 % abril.

De los doce restantes componentes mayoritarios se observó que la enecalina está presente en los 5 meses y en febrero está en mayor porcentaje (9,15 %), lo que no se puede decir del germacreno D, no está presente en el mes de enero. γ -curcumeno y α -vetivono, están presentes todos los meses de colecta, observando que en el mes de enero presentan los más bajos porcentajes (1,49 % y 1,54 %, respectivamente).

Para el trans-sesquisabineno hidrato y el óxido de cariofileno sus máximos valores de porcentaje de presencia fueron alcanzados en los meses de enero y febrero. Los máximos valores de 11- α H-Himacal-4-en-1- β -ol son alcanzados en el mes de enero y marzo, finalmente 2',3',3'-trimetil-2',3'-Dihidroangelicina alcanza sus máximos valores en los meses de febrero y marzo.

Montenegro (2001) trabajó con el aceite esencial de las partes aéreas de *O. peruvianus* colectados en Yauyos, en este trabajo fue aislado el óxido de cariofileno, dato con el que presume que fue el compuesto mayoritario; comparando el estudio del 2001 con el presente trabajo, se observa que el óxido de cariofileno no es uno de los tres mayoritarios sesquiterpenos. De acuerdo a la literatura^{2,3} la composición de los aceites esenciales se puede ver afectado por factores bióticos y abióticos del medio ambiente, la planta fue colectada

en diferentes lugares. La composición química puede variar de acuerdo a los órganos de la planta^{2,3}, Montenegro uso partes aéreas (hojas, ramas y flores), mientras que en el presente estudio se usaron sólo hojas.

En los estudios de aceite esencial de las partes aéreas de otras especies del mismo género, *O. heptanthus*¹¹, *O. pinifolius*¹² y en *O. piquerioides*¹³ presentaron monoterpenos no oxigenados y oxigenados como mayoritarios, lo que no sucede en la especie objetivo de nuestro estudio. De los tres sesquiterpenos mayoritarios presentes en *O. peruvianus*, sólo β -cariofileno también está presente en *O. pinifolius* y *O. piquerioides*, con la diferencia que no corresponde a los mayoritarios en esas especies.

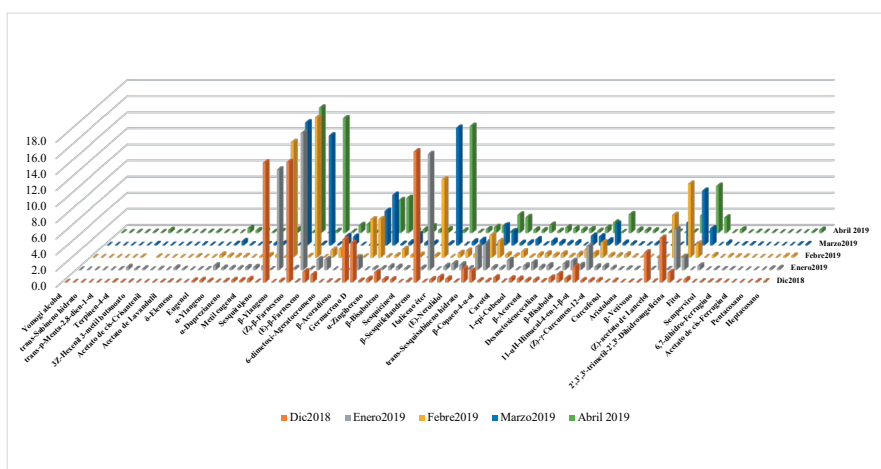


Figura 1. Variación estacional de la composición química del aceite esencial de las hojas de *O. peruvianus*.

El sesquiterpeno bicíclico natural β -cariofileno es comúnmente encontrado en los aceites esenciales de plantas como *Cinnamomum tamala* (25,3%), *Didymocarpus tomentosa* (78,7%), tiene actividad antioxidante, antibacteriano, anticancerígeno, antiinflamatorio, cardioprotector, hepatoprotector, gastroprotectivo, nefroprotectivo¹⁴.

(Z)- β -farneseno es un hidrocarburo sesquiterpénico acíclico con actividad insecticida y es atóxico para plantas, animales superiores y el hombre. También fue reportado su actividad antioxidante¹⁵.

β -sesquifelandreno es un sesquiterpeno que presenta actividad anticancerígena¹⁶.

La biosíntesis de los sesquiterpenos β -cariofileno, (Z)- β -farneseno y β -sesquifelandreno se llevan a cabo en el citosol a través de la vía del mevalonato¹⁴.

CONCLUSIONES

El aceite esencial obtenido por el método de hidrodestilación de las hojas de *Ophryosporus peruvianus* colectados en Andahuaylillas durante la estación de diciembre-2018 a abril-2019 presenta una composición química muy variada desde monoterpenos oxigenados, hidrocarburos sesquiterpénicos, sesquiterpenos oxigenados, diterpenos oxigenados. Los metabolitos secundarios mayoritarios presentes en los cinco meses de colecta fueron los hidrocarburos sesquiterpénicos β -cariofileno, (Z)- β -farneseno y β -sesquifelandreno.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el financiamiento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Ingeniería, Proyecto de Investigación Formativa 2019 (FIQT-MF-2-2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fürstenberg-Hägg J, Zagrobelny M, Bak S. Plant defense against insect herbivores. *Int J Mol Sci.* 2013; 14: 10242 – 10297.
2. De oliveira TS, Bombo AB, De oliveira ASS, Garcia VL, Appezzato da GB. Seasonal variation of the essential oil two Brazilian native *Aldama* La LLave (Asteraceae) species. *An Acad Bras Cienc.* 2016; 88(3 suppl.): 1899-1907.
3. Deschamps C, Zanatta J, Bizzo H, Oliveira M, Roswalka L. Seasonal evaluation of essential oil yield of mint species. *Ciênc Agrotec.* 2008; 32 (3): 725 –730.
4. Guzmán-Lúcio MA, Wendt T, Simpson B, Alvarado-Vázquez MA, Foroughbakhch-Pournavab R, González-Álvarez M, Rocha-Estrada A. Listado florístico de especies anuales de floración invernal en el noreste de Nuevo León, México. *Rev Mex Biodivers.* 2013; 84: 884 – 893.
5. Rahman AHMM, Alam MS, Khan SK, Ahmed F, Islam AKMR, Rahman MM. Taxonomic studies on the family Asteraceae (Compositae) of the Rajshahi Division. *Res J Agric & Biol Sci.* 2008; 4(2): 134 – 140.
6. Sagástegui Alva A, Rodríguez Rodríguez EF. Una nueva especie de *Ophryosporus* (Eupatorieae: Asteraceae) para el Perú. *Rev Perú Biol.* 2008; 15(1): 21 – 23.
7. Montenegro LCA. Estudio Químico del Aceite Esencial del Te Inka (*Ophryosporus peruvianus*). [Tesis de licenciatura]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 2001.
8. Quinteros GYM. Etnobotánica y revaloración de los conocimientos tradicionales de la flora medicinal en Cajatambo, Lima. [Tesis de maestría]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2009.
9. Bohlmann F, Wallmeyer M, King RM, Robinson H. 2-Oxo-labda-8(17),13-Dien-15-ol from *Ophryosporus chilca*. *Phytochem.* 1984; 23(4): 1513 – 1514
10. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th Ed. Carol Stream, Illinois, USA: Allured Publishing Corporation. 2007.

11. Arze JBL, Collin G, Garneau F-X, Jean F-I, Gagnon H. Essential oil from Bolivia II. Asteraceae: *Ophryosporus heptanthus* (Wedd.) H. Rob. Et King. J Essent Oil Res. 2004; 16(4): 374 – 376.
12. Niemeyer H. Composition of essential oils from five aromatic species of Asteraceae. J Essent Oil Res. 2009; 21(4): 350 – 353.
13. Garneau F-X, Collin GJ, Jean F-I, Gagnon H, Arze JBL. Essential oil from Bolivia XII Asteraceae: *Ophryosporus piquerioides* (D.C.) Benth. ex Baker. J Essent Oil Res. 2013; 25(5): 388 – 394.
14. Machado K Da C, Islam MT, Ali ES, Rouf R, Uddin SJ, Dev S, *et al.* A Systematic review on the neuroprotective perspectives of beta-caryophyllene. Phytother Res. 2018; 32(12): 2376 – 2388.
15. Peña-Montes DJ, Huerta-Cervantes M, Ríos-Silva M, Trujillo X, Huerta M, *et al.* Protective effect of the hexanic extract of *Eryngium carlinae* Inflorescences In vitro, in Yeast, and in Streptozotocin-Induced diabetic male rats. Antioxidants (Basel). 2019 Mar 26;8(3):73. doi: 10.3390/antiox8030073.
16. Tyagi AK, Prasad S, Yuan W, Li S, Aggarwal BB. Identification of a novel compound (β -sesquiphellandrene) from turmeric (*Curcuma longa*) with anticancer potential: comparison with curcumin. Invest New Drugs.. 2015; 33: 1175 – 1186.